

7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-228881

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

C 0 9 D 7/14

C 0 9 D 7/14

A

G 0 1 J 3/46

G 0 1 J 3/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-48613

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月16日

(71) 出願人 000004374

日清紡績株式会社

東京都中央区日本橋人形町2丁目31番11号

(71) 出願人 000004341

日本油脂株式会社

東京都渋谷区恵比寿四丁目20番3号

(72) 発明者 大 住 雅 之

愛知県岡崎市義川町字野田ノ入1-3 コ

ーポキーウィ102

(72) 発明者 石 川 誠

愛知県岡崎市美合町字入込45 パークハイ

ツ南6-201

(74) 代理人 弁理士 樋口 盛之助 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調色精度を高めることができる塗料のコンピュータ調色方法

(57) 【要約】

【課題】 塗料のコンピュータ調色を行う際、目的色を得るための調合情報の計算精度を向上するコンピュータ調色方法を提供する。

【解決手段】 複数の着色材あるいは着色材と艶消材から構成される塗料を調色する際、目標色に合致させる着色材の配合比を計算により求めるコンピュータ調色において、分光反射率と配合比をコンピュータのメモリ上に記憶させておき、再現分光反射率と予測反射率の計算値との差を求め、この差を縮小させることを目的として実在状態の反射率から理想状態の反射率を求めるサンダーソンの補正方法に適用される塗料と空気層との界面で発生する内部鏡面反射の補正係数  $k_1$  と、屈折率の変化に基づく補正係数  $k_2$  の値を、ファジィ推論を用いて調整することによって色合せの精度を向上させる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の着色材あるいは着色材と艶消材から構成される塗料を調色する際、目標色に合致させる着色材の配合比を計算により求めるコンピュータ調色において、分光反射率と配合比をコンピュータのメモリ上に記憶させておき、再現分光反射率と予測反射率の計算値との差を求め、この差を縮小させることを目的として実在状態の反射率から理想状態の反射率を求めるサンダーソンの補正方法に適用される塗料と空気層との界面で発生する内部鏡面反射の補正係数 $k_1$ と、屈折率の変化に基づく補正係数 $k_2$ の値を、ファジィ推論を用いて調整することによって色合せの精度を向上させることを特徴とするコンピュータ調色方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、同一塗料種の一または複数個の実績塗板の分光反射率と配合比をコンピュータのメモリ上に記憶させておき、再現分光反射率と予測反射率の計算値との差が小さくなるように、実在状態の反射率から理想状態の反射率を求めるサンダーソンの補正方法に用いられる補正係数をコンピュータ処理により調整することによって調色精度の向上を図るコンピュータ調色方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、ソリッド系塗料の調色においては、要望する見本の色彩より少量のデータを参考に正確な調色を行うために、コンピュータ・カラーマッチングの手法を確立させることにより、より合理的な塗料の製造やその製造のための調色が可能になる。従って、従来から塗料の製造に際しては、所望する色彩を得るためコンピュータ調色を利用して着色剤の配合を求めているが、サンダーソンの補正係数に塗料の実際の状況を反映した値を設定することが困難なために、その補正係数には一律の文献値を利用することが通例であり、これがコンピュータ調色の精度に大きな影響を与えていた。

【0003】即ち、従来の塗料のコンピュータ調色システムでは、一般に実在反射率から理想状態の反射率を求めるサンダーソンの補正方法を適用した上でクベルカ・ムンクの光学濃度を算出し、ダンカンの混色理論である2定数法により混色後の再現分光反射率を計算する方法が用いられている。そして、前記サンダーソンの補正には、塗料の空気層との界面で発生する内部鏡面反射の補正係数 $k_1$ と、屈折率の変化に基づく補正係数 $k_2$ の2つの補正係数が用いられている。この係数 $k_1$ 、 $k_2$ は、対象とする塗料固有の値であるが、実際には測定が困難なものもあり、一般には文献値を用いることが殆んどである。

【0004】しかしながら、上記2つの補正係数 $k_1$ 、 $k_2$ は、同一塗料であっても塗装工程におけるアプリケーションの種類、乾燥・焼き付け条件によっても異なり、また顔

料の組成比や配合量によっても異なることが知られているので、塗料の実状を反映した適切な補正係数の設定はきわめて困難、或は、事実上不可能であり、これが塗料のコンピュータ調色を行う上で精度を阻害する一つの要因になっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したコンピュータ調色の現状に鑑み、所望する色彩を得るためのコンピュータ調色を可能な限り正確かつ適切に行うために、塗料の実状を反映したサンダーソンの補正係数を、コンピュータを利用して調整・算出し、この調整されたサンダーソンの補正係数を適用したコンピュータ調色方法を提供することを、課題とするものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決することを目的としてなされたもので、本発明方法の構成は、複数の着色剤と艶消剤から構成される塗料を調色する際、目標色に合致させる着色剤の配合比を求めるための基礎となる再現分光反射率の予測計算を行うにあたり、予め作成した同一塗料種の複数の着色剤からなる任意の配合比と着色サンプルの分光反射率、又は、この反射率と前記着色サンプルの作成に供した下地色の分光反射率、作成時の塗膜厚をコンピュータのメモリ上に記憶させておき、記憶されている分光反射率と予測計算された分光反射率との差を縮小させるために前記予測計算に適用されるサンダーソン補正の2つの補正係数を、ファジィ推論により塗料の実状を考慮して調整することにより色合せの精度を向上させることを特徴とするものである。

## 【0007】

【発明の実施の形態】次に、本発明方法の実施の形態について説明する。本発明は上記解決手段において述べたように、塗料の調色を、使用する着色剤の分光反射率の予測値を計算するなど、コンピュータの計算機能を利用した調色手法であって、次の計算機構を必要とする。即ち、本発明方法の実施に使用される計算機構は、①ある膜厚における、着色サンプルの作成に供する下地色の分光反射率と複数の着色剤の配合から予測される分光反射率を計算する予測分光反射率計算機構、②予め作成した複数の着色剤からなる任意の配合比と着色サンプルの分光反射率、着色サンプルの作成に供した下地色の分光反射率、サンプル作成時の塗膜厚をコンピュータのメモリ上に記憶しておき、調色される塗料の分光反射率と前記の予測計算された分光反射率との差を縮小するために適用するサンダーソン補正の2つの補正係数を、ファジィ推論にて調整する計算機構である。

【0008】次に、第1の計算機構について説明する。まず、理想状態の反射率を実在状態の反射率に変換する場合において、正反射光を含めて測定した状態を計算するために、次式を用いる。

【0009】

\* \* 【数 1】

$$R' = k_1 + (1 - k_1)(1 - k_2) \frac{R}{1 - k_2 R}$$

$$k_1 = ((n - 1) / (n + 1))^2$$

R' : 実在の反射率

R : 理想状態の反射率

k<sub>1</sub> : 鏡界面における垂直方向の入射角に対する反射率k<sub>2</sub> : 内部鏡面反射率

n : 塗料を構成する素材 (樹脂) の屈折率

【0010】一方、正反射光を含めないで測定した状態を計算するためには、次式を用いる。

【0011】

【数 2】

$$R' = (1 - k_1)(1 - k_2) \frac{R}{1 - k_2 R}$$

※

$$R = \frac{R' - k_1}{(1 - k_1)(1 - k_2) + k_2 \cdot R' - k_1 \cdot k_2}$$

また、正反射光を含めないで測定した状態を理想状態に計算するために、次式を用いる。

【0014】

【数 4】

$$R = \frac{R'}{(1 - k_1)(1 - k_2) + k_2 R'}$$

【0015】コンピュータ調色において、配合に供する 30 複数の着色剤から混色した塗料の分光反射率を予測計算★

※【0012】次に、実在の反射率を理想状態の反射率に変換する場合において、正反射光を含めて測定した状態を理想状態に計算するために、次式を用いる。

【0013】

【数 3】

★するには、着色剤各々の測定分光反射率の測定波長域に対する吸収係数と散乱係数を求める必要がある。そして、この吸収係数と散乱係数を求めるためには、クベルカ・ムンクの光学濃度式と、ダンカンの混色理論による2定数法の計算方法が知られている。クベルカ・ムンクの光学濃度式は、

【0016】

【数 5】

$$(K/S)_\lambda = \frac{(1 - R_\lambda)^2}{2 \cdot R_\lambda} \quad (0 < R_\lambda < 1)$$

(K/S)<sub>λ</sub> : 波長λにおけるクベルカ・ムンクの光学濃度関数

K : 吸収係数

S : 散乱係数

R<sub>λ</sub> : 波長λにおける反射率

λ : 波長

また、ダンカンの混色理論式は、

【数 6】

【0017】

$$\frac{K_m}{S_m} = \frac{K_1 \cdot P_1 + K_2 \cdot P_2 + \dots + K_i (1 - \sum P_i)}{S_1 \cdot P_1 + S_2 \cdot P_2 + \dots + S_i (1 - \sum P_i)}$$

$K_m$  : 混色後の吸収係数

$S_m$  : 混色後の散乱係数

$K_i$  : 着色材 i の吸収係数

$S_i$  : 着色材 i の散乱係数

$P_i$  : 着色材 i の配合比率

【0018】である。ケベルカ・ムンクの光学濃度は、吸収係数と散乱係数の比を反射率から計算するもので、ダンカンの混色理論式を用いて混色計算を行うには、吸収係数と散乱係数の各々を求める必要がある。この場合、以下に示す相対法と絶対法が一般に利用されている。

\* 【0019】相対法は白顔料の散乱係数を1として、相対的に白顔料の吸収係数と着色顔料の吸収係数、散乱係数をもとめるもので、次式のような形となる。

【0020】

【数 7】

\*

$$S_w = 1$$

$$K_w = (K/S)_w$$

$$S_p = \frac{C_w}{K_w} \cdot \frac{(K/S)_{Ld} - (K/S)_w}{(K/S)_{Mt} - (K/S)_{Ld}}$$

$$K_p = S_p (K/S)_{Mt}$$

$S_w$  : 白顔料の散乱係数

$K_w$  : 白顔料の吸収係数

$S_p$  : 着色顔料の散乱係数

$K_p$  : 着色顔料の吸収係数

$(K/S)_w$  : 白顔料のケベルカ・ムンクの光学濃度

$(K/S)_{Ld}$  : 白顔料と着色顔料を混合した時の光学濃度

$(K/S)_{Mt}$  : 着色顔料のケベルカ・ムンクの光学濃度

$C_w$  : 白顔料の配合比

$C_p$  : 着色顔料の配合比

【0021】一方、絶対法による散乱係数、吸収係数を求める式は次の通りである。

【0022】

【数 8】

$$R_{SP\infty} = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4A^2}}{2 \cdot A}$$

$$A = R_{SP1} \cdot R_{G2} - R_{SP2} \cdot R_{G1}$$

$$B = (R_{G1} - R_{G2})(1 + R_{SP1} \cdot R_{SP2}) - (R_{SP1} - R_{SP2})(1 + R_{G1} \cdot R_{G2})$$

$$S_{SP} = \frac{\log_e \frac{(R_{SP\infty} - R_{G1})(1/R_{SP\infty} - R_{SP1})}{(R_{SP\infty} - R_{SP1})(1/R_{SP\infty} - R_{G1})}}{X(1/R_{SP\infty} - R_{SP\infty})}$$

$$K_{SP} = (K/S)_{SP} \cdot S_{SP}$$

$$K_P = \frac{K_{SP} - K_S(1 - P_P)}{P_P}$$

$$S_P = \frac{S_{SP} - S_S(1 - P_P)}{P_P}$$

$R_{SP\infty}$ : サンダーソン補正後の白顔料と着色材を混合した時の分光反射率

$R_{SP1}$ : 白顔料と着色材を混合した時の下地白の塗膜の分光反射率

$R_{SP2}$ : 白顔料と着色材を混合した時の下地黒の塗膜の分光反射率

$R_{G1}$ : 下地白の分光反射率

$R_{G2}$ : 下地黒の分光反射率

$(K/S)_{SP}$ : 白顔料と着色材を混合した時のケルカ・ムンクの光学濃度

$K_S$ : 白顔料の吸収係数

$S_S$ : 白顔料の散乱係数

$K_{SP}$ : 白顔料と着色材を混合した時の吸収係数

$S_{SP}$ : 白顔料と着色材を混合した時の散乱係数

$K_P$ : 着色材の吸収係数

$S_P$ : 着色材の散乱係数

$P_P$ : 着色材の配合比

$X$ : 塗膜の厚さ

【0023】以上の式を用い、ある特定条件下で作成した基礎データを用いて着色顔料を混色した際の分光反射率を予測する過程は次のようになる。

①基礎データサンプルの分光反射率から、測定に供した分光光度計の測定条件に応じて、実在反射率から理想状態の反射率に変換する。

②変換した理想反射率を用いて、ケルカ・ムンクの光学濃度に変換する。

③光学濃度から、基礎データの作成に供した白顔料の各測定波長における吸収係数と散乱係数を求め、引き続き、基礎データの作成に供した着色剤の各測定波長における吸収係数と散乱係数を求める。

④ダンカンの混色理論式に基づき、 $i$ 個の着色剤を配合

$P_i$ で混合したときの光学濃度である $(K/S)_m$ を求める。

40 ⑤光学濃度 $(K/S)_m$ から分光反射率 $R_m$ を求める。

⑥求めた分光反射率 $R_m$ は理想状態で計測したものであるから、実在の分光反射率 $R'_m$ に変換する。

上記①～⑥の過程を経て、着色剤を所定配合比で混合したときの塗料の分光反射率を求めることができるが、一般に相対法により、吸収係数と散乱係数を求める場合、塗膜は十分に隠蔽性が高く、このために下地の色彩の影響を受けないことが前提となっている。

【0024】しかしながら、多くの塗料の場合、完全に下地色を隠蔽しているものは少なく、このため下地色の影響を加味できる方法によって調色できなければ、正確

な配合を求めることは困難である。そこで、下地色を考慮した分光反射率の予測計算を行うが、その式は次のようになる。

\* 【0025】

【数 9】

\*

$$R = \frac{1 - R_G (a - b \cdot \text{ctgh}(bSX))}{a - R_G + b \cdot \text{ctgh}(bSX)}$$

$$a = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_\infty} + R_\infty \right)$$

$$b = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_\infty} - R_\infty \right)$$

$$\text{ここで } \text{ctgh}(x) \text{ は双曲線関数で、} \text{ctgh}(x) = \frac{(e^x + e^{-x})}{(e^x - e^{-x})}$$

R : 理想状態の分光反射率

R<sub>G</sub> : 下地の分光反射率

S : 散乱係数

X : 塗膜の厚さ

【0026】しかしながら上記数式を利用すると、計算を実行するのが相当に困難であり、実用性に欠ける面がある。このため本発明では、下地色を考慮しつつ反射率を求める方式として、次式を用いている。

【0027】

【数 10】

$$R = \frac{R_W \cdot R_{BC} - R_B \cdot R_{WC}}{R_W - R_{WC} - R_B + R_{BC}}$$

R<sub>W</sub> : 下地白の上に着色された塗膜の反射率R<sub>B</sub> : 下地黒の上に着色された塗膜の反射率R<sub>WC</sub> : 下地白の反射率R<sub>BC</sub> : 下地黒の反射率

【0028】次に、第2の計算機構について説明する。この機構では、予め作成した複数の着色剤からなる任意の配合比と着色サンプルの分光反射率、着色サンプルの作成に供した下地色の分光反射率、サンプル作成時の塗膜厚をコンピュータのメモリ上に記憶し、再現される分

光反射率と前記の予測計算された分光反射率との差を縮小するようにサンダーソン補正の2つの補正係数をファジィ推論にて調整する機能を具備する。以下、この点について説明する。

【0029】ファジィ推論では、曖昧性をファジィ集合論におけるメンバーシップ関数を用いることで定義する方法をとっている。即ち、全体集合Uにおけるファジィ集合Aは、

$$\mu_A : U \rightarrow [0, 1]$$

なるメンバーシップ関数 $\mu_A$ によって定義づけられ、値 $\mu_A(u)$  ( $\in [0, 1]$ ) は、Aにおけるu ( $\in U$ ) のグレードを表すことになる。

【0030】推論に応用する場合は、ファジィプロダクションルールによる方法が多く用いられるので、本発明でもこれにならう。即ち、このプロダクションルールRは、前件部と後件部から構成され、一般的には次式（前件部2、後件部1の例）で表される。

【0031】

【数 11】

30

40

$R_i$ : if  $x_1$  is  $A_{i1}$  and  $x_2$  is  $A_{i2}$  then  $y$  is  $B_i$  ( $i=1,2,n$ )

$x_1$ : 前件部 1 の概念

$x_2$ : 前件部 2 の概念

$A_{i1}$ : 前件部 1 の  $i$  番目のメンバーシップ関数 (ファジイラベル)

$A_{i2}$ : 前件部 2 の  $i$  番目のメンバーシップ関数 (ファジイラベル)

$y$ : 後件部の概念

$B_i$ : 後件部のメンバーシップ関数 (ファジイラベル)

【0032】ファジイの具体的な推論方法については、\*れを次式により説明する。  
現在までに様々な方法が提案されているが、最も代表的 【0033】  
な方法はマンダーニによって考案されたものである。こ\* 【数 12】

いま、前件部の観測値を  $x_1^0$ ,  $x_2^0$  とすると、 $i$  番目の規則の適合度  $\omega_i$  は、

$$\omega_i = A_{i1}(x_1^0) \wedge A_{i2}(x_2^0)$$

となり、出力は、

$$B^0(y) = [\omega_1 \wedge B_1(y)] \vee [\omega_2 \wedge B_2(y)] \vee \dots \vee [\omega_n \wedge B_n(y)]$$

$$y^0 = \int B^0(y) y \, dy / \int B^0(y) \, dy$$

$B^0()$ : 後件部メンバーシップ関数の推論結果の関数

$y^0$ : 推論出力を非ファジイ化した出力結果

【0034】上記の式は、非ファジイ化を行う際には、  
重心座標を計算することを表している。この非ファジイ  
化に関しても、いくつかの方法が提案されている。

【0035】本発明では下地色の分光反射率が  $R_g$  で、  
膜厚  $t$  のとき、目標の分光反射率  $R$  となる着色剤の配合  
 $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3 \dots x_i$ 、白顔料  $x_w$  を求めることが \*

※目的である。従って、上記下地色反射率と膜厚の指定条  
件下で着色剤、白顔料の配合に対する分光反射率の予測  
計算が正確に実行できれば、配合の計算精度が向上す  
る。このために、次の式が考えられる。

【0036】

【数 13】

$$R_\lambda(x_1, x_2, \dots, x_i, x_w, R_{g\lambda}, t, k_1, k_2) \\ = R_{T\lambda}(x_1, x_2, \dots, x_i, x_w, R_{g\lambda}, t, k_1, k_2) + \varepsilon_\lambda$$

$R_\lambda$ : 波長  $\lambda$  における実観光学濃度

$x_1, x_2, \dots, x_i$ :  $i$  種からなる着色材の配合

$x_w$ : 白顔料の配合

$R_{g\lambda}$ : 下地色の波長  $\lambda$  における反射率

$t$ : 塗料の着色層の厚さ

$R_{T\lambda}$ : 波長  $\lambda$  における純理論的な予測光学濃度

$\varepsilon_\lambda$ : 波長  $\lambda$  における実観と理論の光学濃度の差分

【0037】本発明では、上式の  $\varepsilon_\lambda$  の 2 乗和が最も小  
さくなる  $k_1$ ,  $k_2$  を求めるのである。前件部のファジ  
イラベルは着色剤、白顔料の場合、「多い」「少ない」  
の表現であり、それに程度が加わる。塗料の場合、着色  
剤の配合と白顔料の配合の合計は、常に 100 であるの  
で、前件部の空間としては、着色剤の配合のみを考慮

し、白顔料の配合については無視する。着色剤の配合に  
ついては、単純には直交座標系で表現できるが、ここ  
での推論では、着色顔料の合計配合値と、各着色顔料の合  
計値の中での配合比を組み合わせた座標系で表現する。  
即ち、着色剤が 3 種類の場合は、合計配合値を表す軸  
と、着色顔料合計値に対する各顔料の配合を表現する正

三角座標を組み合わせた、三角柱座標によって表現する。

【0038】配合比の合計値は0から100までの値となるから、前件部のファジメンバーシップ関数は、0から100までの間をn分割（nは2以上）する。分割は等間隔に行ってもよいが、着色剤の合計配合値が比較的少量である淡色領域では、僅かな配合の変動でも色彩に与える影響は大きく、逆に着色剤の合計配合値が比較的多い濃色領域では、配合の変動に対する色彩への影響が小さくなるため、淡色領域では分割を密に、濃色領域\*10

$$R_{t,g} = (R_g / 100)^{1/n}$$

n：反射率を視感に対して等方的な値に調整する為の次数で2.0～3.0程度の値

【0041】塗膜の厚さtは、実測値でもよいが、観測値はファジ化するため、実際の厚さでなくてもよく、例えば、バーコータのナンバーでも構わない。想定される膜厚の範囲を想定して、これを等間隔あるいは不等間隔に分割してファジラベルを設定する。

【0042】以上に説明した計算機構の作用の具体例 ※20

$$\begin{aligned} x_1^0 &= x_1 / (x_1 + x_2 + x_3) \\ x_2^0 &= x_2 / (x_1 + x_2 + x_3) \\ x_3^0 &= (x_1 + x_2 + x_3) / 100 \\ x_4^0 &= R_{t,g,\lambda} \\ x_5^0 &= t_0 / t_{max} \end{aligned}$$

$x_1$ ：1番目の着色材の配合

$x_2$ ：2番目の着色材の配合

$x_3$ ：3番目の着色材の配合

$R_{t,g,\lambda}$ ：下地の波長λにおける変換反射率

$t_0$ ：塗膜の厚み

$t_{max}$ ：想定される最大塗膜厚

$x_g$ ：飽消費材の添加量

$x_{gmax}$ ：想定される飽消費材の最大添加量

$x_1^0$ ：1番目の着色材の全着色材の配合に占める割合の程度の観測値

$x_2^0$ ：2番目の着色材の全着色材の配合に占める割合の程度の観測値

$x_3^0$ ：全着色材の配合の大きさの程度の観測値

$x_4^0$ ：下地の波長λにおける反射率の程度の観測値

$x_5^0$ ：塗膜の厚さの程度の観測値

【0044】上記における5種の観測値のファジ化に  
★【0045】  
★ 【数 16】

メンバーシップ関数を $A_{1,1}, A_{1,2}, \dots, A_{1,n}$ とする。これらの関数は、上記 $x_1^0, x_2^0, \dots, x_5^0$ 観測値が全て[0, 1]の範囲で正規化されているため、同様に[0, 1]の範囲で、必要に応じて、等間隔または不等間隔に $n_1$ 分割し、分割点に対してメンバーシップ関数を形成する。

\*では分割を疎になるように、指数関数的に分割の程度を変化させた方がより効果的である。

【0039】前件部の推論空間には、着色剤の配合空間に、下地色の分光反射率 $R_g$ と塗膜の厚さ $t$ が加わる。分光反射率 $R_g$ は、線形に色相に影響を与えるわけではないので、 $R_g$ を下記の変換関数によって視感的に等方な形に変換した値を等間隔に分割してファジラベルを設定する。

【0040】

【数 14】

※を、着色剤が3種、白顔料が1種の際の波長λにおけるファジラベルについてまとめると、次式のような

【0043】

【数 15】



【0046】メンバーシップ関数の外形はエクスポネンシャル型等、数種のもが提案されているが、計算の簡略化とファジィ推論によって得られた出力値の平滑性を考えた場合、三角形のもが最も効果的である。ファジィ\*

$$R_i: \text{if } F_1 \text{ is } A_{1i} \text{ and } F_2 \text{ is } A_{2i} \\ \text{and } F_3 \text{ is } A_{3i} \text{ and } F_4 \text{ is } A_{4i} \\ \text{and } F_5 \text{ is } A_{5i} \\ \text{then } y_i \text{ is } B_{1i} \text{ and } y_i \text{ is } B_{2i} \quad (i=1,2,\dots,n)$$

【0048】ここで、 $y_1$ 、 $y_2$ は後件部の出力概念で、標準状態として設定されたサンダーソンの補正係数 $k_1$ 、 $k_2$ の差の程度である。また $B_i$ は $i$ 番目の後件部のメンバーシップ関数である。

※【0049】実測の光学濃度と理論光学濃度の差を表す $y$ は、次式の定義に従って計算される。

【0050】

※【数 18】

$$y_1 = k_{1T}/k_{1R} \\ y_2 = k_{2T}/k_{2R}$$

$k_{1T}$ : 補正後のサンダーソン補正係数 $k_1$   
 $k_{1R}$ : 標準状態として暫定的に定めたサンダーソン補正係数 $k_1$   
 $k_{2T}$ : 補正後のサンダーソン補正係数 $k_2$   
 $k_{2R}$ : 標準状態として暫定的に定めたサンダーソン補正係数 $k_2$

【0051】このように計算すると、 $y$ の値のとり得る範囲を想定しやすく、かつ推論結果の平滑性を確保しやすい。例えば、 $y$ の範囲を $[0.2, 2.0]$ のように想定して、この範囲を等間隔または不等間隔に $n$ 分割し、後件部のメンバーシップ関数を規定する。不等間隔に分割する場合は、1.0近辺が密に、範囲の最小値及び最大値近辺では疎になるように分割すると、より効果的である。

【0052】本発明では、後件部メンバーシップ関数を、予め $n$ 点の条件で作成された塗板の作成条件と実測反射率をコンピュータのメモリ上に記憶せしめ、この情報を用いて正確なファジィ出力 $y$ が得られるように、後件部メンバーシップ関数とファジィプロダクションルール★

★ルを調整することを特徴としている。しかし、この調整を容易に行うには、前述した重心座標を求めて非ファジィ化する方法では、調整計算の際に、高次元関数の回帰計算を行う必要があるため、事実上、計算不能となる。

【0053】そこで本発明では、単純高さ法による非ファジィ化手法を用いて計算を行う。単純高さ法によれば、メンバーシップ関数は、出力概念 $y$ に対する広がりを持たず、 $y$ 軸上の位置とその高さのみの関数となる。このときの推論は、次式のようになる。

【0054】

【数 19】

$$B^0(y_i) = [\omega_1 \wedge B_1(y_i)] \vee [\omega_2 \wedge B_2(y_i)] \vee \dots \vee [\omega_n \wedge B_n(y_i)] \\ y^0 = \sum B^0(y_i) y_i / \sum B^0(y_i)$$

【0055】

【実施例】次に、本発明方法を実行するシステムのハード構成の一例について説明する。なお、本発明はこのシステム例より実行する方法に限定されるものではない。

【0056】パーソナルコンピュータ（CPU インテル製Pentium 200MHz、メモリ32MB）、カラー表示装置、分光光度計（ミノルタ CM3700）を用いてシステムを構成し、このパーソナルコンピュータに、本発明に基づく調色計算と艶調整剤の配合計算を行わせることができるファジィ推論を使用した調色計算機構、デー☆

☆データベース参照機構、及び色彩シミュレーション機構を搭載し、計算機構を稼働させるための顔料および艶調整剤のデータベース機構をプログラムとして搭載した。プログラムはオペレーティングシステムがマイクロソフト社のWindows '95に対応している。

【0057】塗料にはアクリル系の焼付け塗料とフッ素系の塗料の両者を用い、有彩色顔料の基礎データには、次に示す配合量で混合した塗板を分光光度計にて分光反射率を測定したデータを用いた。

クロ 白80%+顔料20%、顔料100%  
 サビ 白80%+顔料20%、顔料100%

マビコエロー 白80%+顔料20%、顔料100%  
スレンレッド 白80%+顔料20%、顔料100%  
シアニンブルー 白80%+顔料20%、顔料100%

【0058】また、艶調整剤には、酸化珪素を主成分とするものを用い、次の条件で作成した塗板を分光光度計\*で分光反射率を計測するとともに、グロスメーター（ドイツ、ガードナー社製）を用いてグロス値を計測した。

艶調整剤基礎データ：

塗料 白と黒顔料を用い、L\*が85、45、20に調整された  
夫々に、  
艶調整剤 0.1%、0.5%、1.0%、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%、  
6.0%の8水準を加えて調整したもの

なお、塗布にはオートバーコータを用い、48番の番線を用いて塗布量を調整した。

【0059】上記の基礎データを、新たに開発したデータベースソフトウェアを用いてコンピュータの記憶装置に登録した。次にアクリル系の焼付け塗料を用いて、下記の処方で塗料を調整し基礎データと同様の方法で塗板を作成した。その後、前記各塗板の分光反射率を計測し、D65光源で10度視野の観察条件にてCIELAB表色系の値を計算した。その結果を表1に示す。

クロ 1.231Kg  
サビ 5.342Kg  
マビコエロー 8.345Kg  
スレンレッド 2.457Kg  
白 25.467Kg  
艶調整剤 1.2Kg

【0060】

【表1】

20 クロ 1.059Kg  
サビ 5.189Kg  
マビコエロー 7.952Kg  
スレンレッド 1.998Kg  
白 27.467Kg  
艶調整剤 2.1Kg

【0062】

【表2】

CIELAB	L*値	42.15	ΔL*	-0.20
(目標値)	a*値	12.56	Δa*	0.11
	b*値	10.53	Δb*	0.21
	グロス値	37.1	Δグロス	2.2

【0063】

【発明の効果】本発明は以上の通りであって、異品種の塗料の調合実績データを参照することにより、少数の基礎データと実績データによっても、高精度の配合値を求★

★めることが可能となるので、塗料の調色作業を短時間に行い、かつ色彩値と同時に、艶の調整に関しても効率のよい合理化が可能である。

フロントページの続き

(72)発明者 井上雅超  
兵庫県赤穂市元禄橋町130-203

(72)発明者 村上弘毅  
兵庫県赤穂市元禄橋町130-103  
(72)発明者 内田誠  
兵庫県赤穂市海浜町29-102